

## Problemas en contextos reales para trabajar las matemáticas — Plataforma STEMforYouth

### Setting mathematical problems in real-life contexts — STEMforYouth Platform

José Manuel Diego Mantecón<sup>(1)</sup>, Manuel García Piqueras<sup>(2)</sup>, Teresa F. Blanco<sup>(3)</sup> y  
Zaira Ortiz Laso<sup>(1)</sup>

[josemanuel.diego@unican.es](mailto:josemanuel.diego@unican.es), [manuel.gpiqueras@uclm.es](mailto:manuel.gpiqueras@uclm.es), [teref.blanco@usc.es](mailto:teref.blanco@usc.es), [zaira.ortiz@unican.es](mailto:zaira.ortiz@unican.es)

<sup>(1)</sup> Universidad de Cantabria (España), <sup>(2)</sup> Universidad de Castilla-La Mancha (España), <sup>(3)</sup>  
Universidad de Santiago de Compostela (España)

#### Resumen

Estudios internacionales de evaluación resaltan las dificultades del alumnado de secundaria para resolver problemas matemáticos en contextos reales. En este artículo se presenta la plataforma OLCMS (por sus siglas en inglés Open Learning Content Management System) desarrollada como parte del proyecto STEMforYouth. Dicha plataforma, con características Web 2.0, proporciona a la comunidad educativa actividades en contextos reales que fomentan entornos de aprendizaje interdisciplinar y colaborativo para trabajar las matemáticas. Estas actividades se diseñaron teniendo en cuenta metodologías de enseñanza tales como el aprendizaje mediante experimentación, el aprendizaje basado en investigación y la gamificación. En particular en este artículo se describen dos actividades en detalle y se presentan los pasos iniciales para su implementación y evaluación en el aula.

Palabras clave: STEM, educación secundaria, matemáticas en contextos reales, contenido educativo abierto

#### Abstract

International evaluations highlight the difficulties of secondary school students to solve mathematical problems in real-life contexts. This article presents the OLCMS (Open Learning Content Management System) platform developed as part of the STEMforYouth project. This platform, with Web 2.0 features, provides the educational community activities in real-life contexts, fostering interdisciplinary and collaborative environments to learn mathematics. These activities were designed taking into account teaching methodologies such as learning through experimentation, research-based learning and gamification. In particular, this article describes two activities in detail and presents the initial steps for their implementation and evaluation in the classroom.

Keywords: STEM, secondary education, mathematics in real-life contexts, open education content

## 1. Introducción

Estudios internacionales de evaluación, como PISA<sup>1</sup> o TIMSS<sup>2</sup>, ponen de relieve las dificultades y falta de destreza del alumnado de secundaria para reconocer, formular y abordar problemas matemáticos en contextos reales (OECD, 2016; 2017). Los problemas en contextos reales son aquellos que simulan situaciones de la vida real (Font, 2006) y requieren de la identificación de variables para ser resueltos matemáticamente (Blanco, 1993). Se trata por lo tanto de situaciones abiertas, no estructuradas, en las que se ponen en práctica los conocimientos del alumnado para dar como resultado el desarrollo de un producto (Fortus et al., 2005).

Según Bonotto (2010) este tipo de problemas crea un entorno de enseñanza que favorece el aprendizaje interdisciplinar y colaborativo. Un marco adecuado para llevar a cabo esta enseñanza es la metodología STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) que involucra el planteamiento de problemas en contextos reales, integrando las disciplinas mencionadas anteriormente, donde el camino hacia una posible solución queda abierto (Diego-Mantecón et al., 2017). Dicha solución es además susceptible de ser mejorada. En este sentido nacen proyectos como STEMforYouth (en español STEM para jóvenes) que proporcionan, al profesorado y alumnado de secundaria, problemas y recursos para su implementación en el aula (Diego-Mantecón, Sáenz de la Torre y Brzozowy, 2017; Brzozowy et al., 2017a).

## 2. Plataforma STEMforYouth

El proyecto STEMforYouth es una iniciativa de la Unión Europea, enmarcada en el programa H2020, que tiene como objetivo principal despertar el interés de los jóvenes de 12 a 18 años por el aprendizaje de las materias STEM, trabajando de manera interdisciplinar y colaborativa la resolución de problemas. La mayoría de estos problemas se sitúan en contextos reales, donde la aplicación de las matemáticas tiene un papel fundamental para alcanzar la solución. Participan en este proyecto alumnos de secundaria de los siguientes seis países: Eslovenia, España, Grecia, Italia, Polonia, y República Checa. Para más información véase Brzozowy et al. (2017b), Diego-

---

<sup>1</sup> Programme for International Student Assessment

<sup>2</sup> Trends in International Mathematics and Science Study

Mantecón, Sáenz de la Torre y Brzozowy (2017) o visite el sitio Web <https://stemforyouth.unican.es/> (ver Imagen 1).

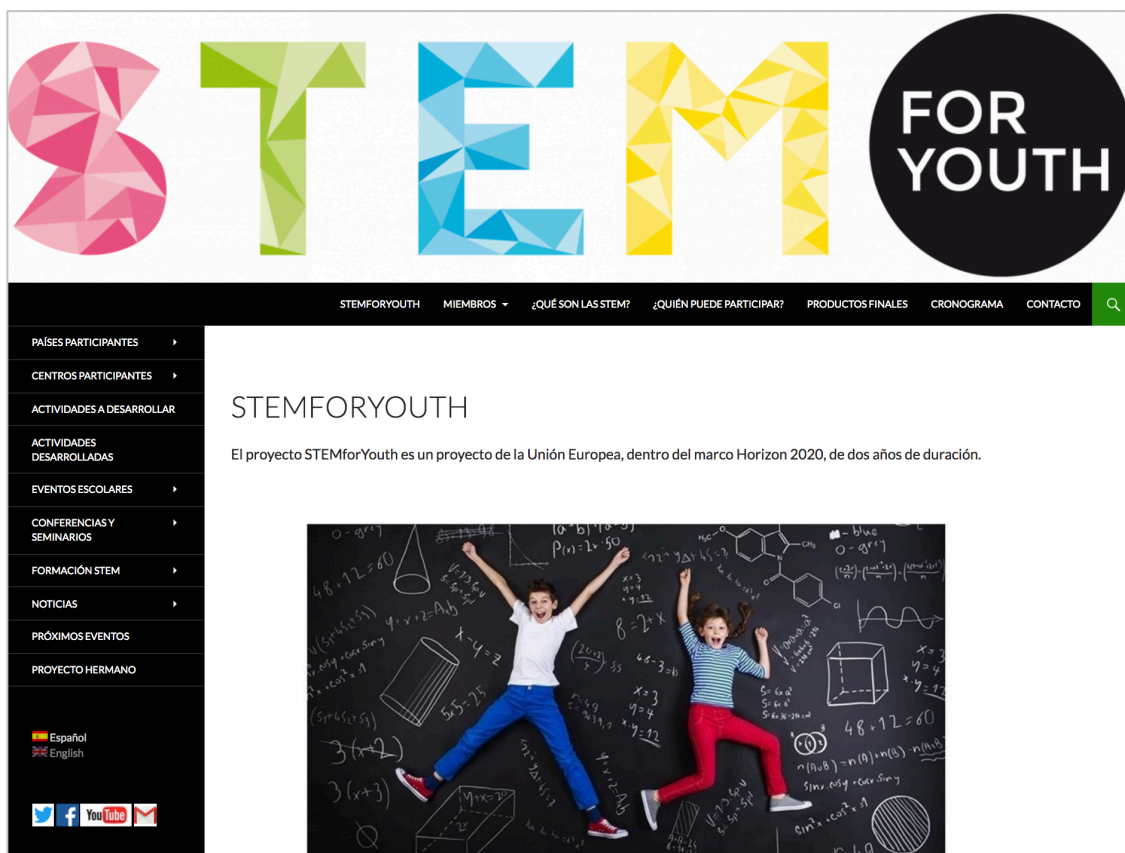


Imagen 1. Página de Inicio de la Web STEMforYouth (versión del equipo español)

Como parte del proyecto, STEMforYouth ha diseñado una plataforma online gratuita denominada OLCMS por sus siglas en inglés 'Open Learning Content Management System' (<https://olcms.stem4youth.pl>). Esta plataforma, que pretende tener las características <sup>3</sup>Web 2.0, presenta a alumnos y profesores una amplia variedad de actividades STEM, muchas de las cuales se caracterizan por ser problemas en contextos reales que involucran de forma destacada las matemáticas. Aunque la resolución de cada actividad requiere conocimientos y procedimientos de distintas disciplinas, las actividades se han clasificado en seis módulos: Astronomía, Química, Ingeniería, Matemáticas, Medicina y Física, para facilitar la búsqueda de tareas al

<sup>3</sup> Una Web 2.0 es aquella que facilita a sus usuarios el intercambio de información, interactuando y colaborando entre sí, como creadores de contenido en una comunidad virtual. Las wikis son un ejemplo de Web 2.0. La plataforma OLCMS se publicará bajo esta licencia, permitiendo a los usuarios construir material propio a partir del existente.

usuario (ver Imagen 2). En cada uno de estos módulos se trabajan conceptos fundamentales de las matemáticas en relación a otras disciplinas STEM.

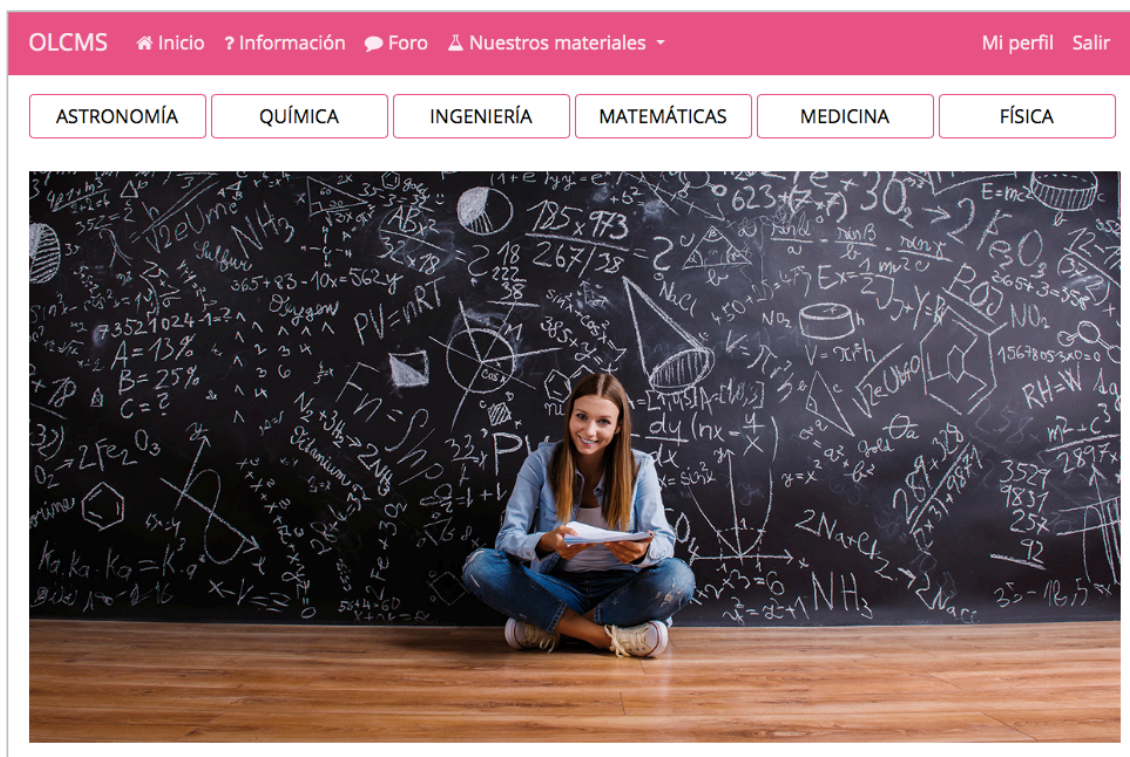


Imagen 2. Página de inicio de la Plataforma de Actividades STEMforYouth

En la mayoría de las actividades de la plataforma el alumno ha de identificar y analizar las particularidades que presenta un problema en contexto, con el fin de obtener un resultado tangible. Estos retos fomentan entornos de aprendizaje interdisciplinar y colaborativo, además del desarrollo de capacidades tales como la creatividad y la toma de decisiones. Las actividades se diseñaron teniendo en cuenta recursos educativos y metodologías de enseñanza como por ejemplo el aprendizaje mediante experimentación, el aprendizaje basado en investigación y la gamificación.

El **aprendizaje mediante experimentación** es una metodología que involucra activamente al alumnado en la ejecución, predicción, observación y recogida de datos para poder dar o aproximar una solución (Abdulwahed y Nagy, 2009). El proyecto STEMforYouth aplicó esta metodología en las actividades relacionadas con la disciplina de física, apoyándose en el Web Accessible Remote Laboratory (WARL) de la universidad de Varsovia. Este Laboratorio Web de Acceso Remoto permite al alumnado resolver problemas en contexto realizando experimentos con instrumentos



profesionales, controlando parámetros de forma remota y obteniendo datos reales. Estas actividades o problemas requieren de trabajo en equipo, donde un miembro del grupo puede controlar los parámetros del experimento, mientras el resto pueden monitorizar el experimento a través de webcams, discutir los resultados obtenidos o enunciar conclusiones. Las actividades del módulo de ingeniería también siguen esta metodología y han sido diseñadas basándose en los estándares de los problemas de ingeniería, aportando un carácter profesionalizado a las mismas.

**El aprendizaje basado en investigación** permite explorar temas de interés personal y social usando una perspectiva interdisciplinar en la que se requieren conocimientos de diversas áreas, en particular de las matemáticas (Harste, 2001). Las actividades del módulo de medicina proponen problemas en contextos reales en los que se ha de desarrollar un marco conceptual y dar respuesta a preguntas de investigación. En esta línea, el equipo español está promoviendo la transferencia de conocimiento a través de expertos de la Universidad de Cantabria en diferentes áreas; estudiantes de Secundaria se reúnen con especialistas para orientarles sobre una determinada área de conocimiento. El objetivo es que reflexionen y profundicen sobre la actividad a desarrollar, así como suscitar el interés por la investigación desde edades tempranas, consolidando el vínculo entre la educación secundaria y la universidad.

**La gamificación es una metodología** que utiliza elementos de los videojuegos para motivar la participación de los estudiantes en la resolución de problemas, y por lo tanto favorecer su aprendizaje (Deterding, Sicart, Nacke, O'Hara, y Dixon, 2011). Bajo esta metodología se diseñaron, por ejemplo, las actividades del módulo de matemáticas que tratan las áreas de geometría, cálculo o probabilidad a distintos niveles. Cabe destacar las aplicaciones diseñadas para dispositivos Android, en las que se juega en modo individual o multijugador. En concreto, estas aplicaciones trabajan la lógica matemática mediante la identificación de patrones de juego que permitan obtener una estrategia ganadora.

### 3. Ejemplos de problemas STEMforYouth en contextos reales

A modo de ilustración de lo expuesto anteriormente se recogen dos ejemplos de problemas en contextos reales, donde se trabajan las matemáticas en relación con otras áreas: Big Data y Brazo Hidráulico. Estos problemas están disponibles en la plataforma STEMforYouth, para su implementación en el aula. Como sugiere la Imagen 3 de la

actividad Big Data, cada problema de la plataforma incluye una descripción del mismo, el nivel educativo, las disciplinas involucradas, los materiales utilizados, y el número de sesiones estimadas para su resolución.

## Big Data

Esta actividad introduce el término *Big Data*, presentando ejemplos prácticos donde se muestran técnicas de procesamiento y análisis de grandes cantidades de información. En la actualidad se genera un volumen de datos enorme en las redes sociales, en internet o en los hospitales, que resulta interesante analizar ya que aportan información valiosa para un determinado campo (Zikopoulos y Eaton, 2011). Por ejemplo, en las ciencias sociales y de la salud es relevante identificar patrones de comportamiento en pacientes con cáncer de pulmón, para investigar las posibles causas de esta enfermedad. De la misma manera interesa investigar la relación entre los hábitos alimenticios y los comportamientos o interacciones del individuo en las redes sociales (ej. Facebook o Instagram).

OLCMS Inicio Información Foro Nuestros materiales Mi perfil Salir

### Big Data

**Autores:** Ivan Zelinka

Este contenido se proporciona en varios idiomas: **ENGLISH** CZECH

**MATEMÁTICAS**

What is big data? What the students can imagine? In this lecture, the term big data as well as the practical examples of big data will be presented. We will show how the big data is processed by computers and why we analyse it. In present, people use the social networks, Internet provides important information about the exchange rates, hospitals keep the information about their patients etc. Information is everywhere. When we process a huge amount of information, we can find out, for example, some patterns in behaviour of patients with the lung cancer, predict some trends in the exchange rates or to identify interactions between special communities on Facebook. To process such amount of information, it is necessary to use the modern approaches. Mathematical science is considered to be a stepping stone in this area of research.

**Requerimientos técnicos**  
 computer, dataprojector

**Grupo**  
 1-30

**Duración**  
 60 min

**Número de personas**  
 1

**Disciplina de ciencias**  
 Matemáticas

**Nivel de estudios**  
 12-18 years

**Puede que te interesa**  
 Big Data • Math

**BÚSQUEDA SIMILAR**

**FILE**  
**BIG DATA**  
 Lesson plan

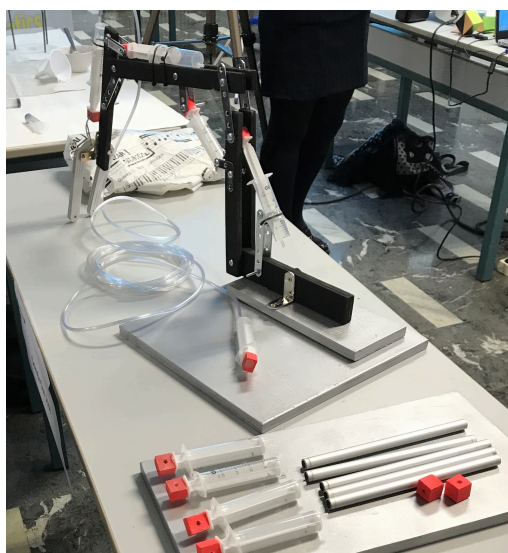
Big Data

Imagen 3. Actividad Big Data – Plataforma STEMforYouth

En la actividad Big Data las matemáticas tienen un roll principal al ser el instrumento necesario para el procesamiento y análisis de datos. Se enfatiza, a través de la estadística, la extracción de resultados y conclusiones en problemas de investigación planteados en otros campos. Implica también otras áreas como el álgebra o la computación a través de los algoritmos deterministas, y la matemática discreta mediante los grafos.

### **Brazo Hidráulico**

Esta actividad STEM consiste en construir un brazo hidráulico que sirva para coger un objeto, desplazarlo y situarlo sobre una superficie. Un brazo hidráulico es una estructura mecánica que tiene normalmente tres partes unidas entre sí que pueden moverse independientemente, dichos movimientos son realizados por aumento o disminución de la presión ejercida a un fluido confinado (Quelal y Maldonado, 2015). La actividad está diseñada de forma que los alumnos reflexionen, investiguen y tomen decisiones a lo largo de todo el proceso de diseño y construcción del aparato, simulando la labor del ingeniero. En concreto, han de considerar aspectos como el contexto en el que se va a aplicar, los materiales para su construcción, y los movimientos que ha de realizar el brazo.



*Imagen 4. Brazo Hidráulico desarrollado por estudiantes del Colegio San José*

En esta actividad se integran las disciplinas de matemáticas, física e ingeniería. Los alumnos han de emplear conocimientos sobre geometría y medida, así como la visualización espacial, para el diseño y construcción de piezas. Para entender el funcionamiento del brazo son necesarios conceptos de la mecánica y dinámica de fluidos —como la fuerza, la presión y la densidad— y principios básicos de la física como el de Pascal. Además, es necesario familiarizarse con términos relacionados con el ámbito de la ingeniería, como pistones, varillas y mangueras hidráulicas. En la Imagen 4 se puede observar la construcción de un brazo hidráulico, realizado por estudiantes del colegio San José de Cantabria, durante la Semana de la Ciencia STEMforYouth. Más información en: <https://stemforyouth.unican.es/semana-de-la-ciencia-en-la-uc/>

#### **4. Implementación y Evaluación**

La plataforma, así como los problemas en contexto descritos en ella, están en una fase experimental. Para evaluar su eficacia, en particular en el aprendizaje de las matemáticas, se han diseñado dos periodos de implementación: el primero de octubre a diciembre de 2017, y el segundo de enero a mayo de 2018. Durante estos periodos el alumnado de secundaria es invitado a resolver, en equipo, problemas en contexto que involucran matemáticas en combinación con otras áreas STEM. Se crearán equipos de trabajo de cuatro o cinco estudiantes liderados al menos por dos profesores: uno de matemáticas y otro de cualquiera de las otras disciplinas STEM. La resolución de problemas en un contexto colaborativo se evaluará mediante rúbricas (Merino, 2011), que contemplen entre otros aspectos como la fragmentación del problema en partes y la distribución de las tareas entre los diferentes miembros del equipo. De la misma manera se evaluará la integración de las partes elaboradas para dar lugar al producto final.

Una vez finalizado la fase de resolución de los problemas, los alumnos tendrán que presentar sus trabajos a estudiantes y profesores en eventos nacionales, como ferias de la ciencia o congresos de educación matemática. Durante este proceso se evaluará los conocimientos y procedimientos matemáticos

adquiridos, así como la competencia lingüística y digital para transmitirlos. Los resultados obtenidos de estas evaluaciones se emplearán para refinar las actividades propuestas en la plataforma STEMforYouth. Se busca de esta forma proporcionar a la comunidad educativa una enseñanza/aprendizaje más óptima de las matemáticas, en un marco interdisciplinar de resolución de problemas en contextos reales.

## 5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado una iniciativa para trabajar las matemáticas a través de la resolución de problemas en contextos reales, desde un marco interdisciplinar y colaborativo. Se han descrito dos problemas concretos, diseñados dentro del proyecto STEMforYouth y disponibles en su plataforma de actividades OLCMS. Dicha plataforma —con características Web 2.0 de intercambio de información y creación libre de contenido— está en proceso de desarrollo y evaluación con el objetivo de proporcionar a la comunidad educativa una herramienta completa de problemas en contextos reales. La plataforma está dirigida principalmente a profesores y estudiantes de secundaria.

## Agradecimientos

El proyecto STEMforYouth está financiado con fondos del programa de la Unión Europea —Promotion of Stem Education by Key Scientific Challenges and their impact on our Life and Career Perspectives, Horizon 2020- Seac-2015-1-710577. El IES Tomás Navarro Tomás de Albacete agradece a la Universidad de Cantabria formar parte del proyecto.

## Referencias

- Abdulwahed, M., & Nagy, Z. K. (2009). Applying Kolb's experiential learning cycle for laboratory education. *Journal of engineering education*, 98(3), 283-294.
- Blanco, L. (1993). Una clasificación de problemas matemáticos. *Epsilon* (25), 49-60.



- Bonotto C. (2010). Realistic Mathematical Modeling and Problem Posing. In: Lesh R., Galbraith P., Haines C., Hurford A. (Eds) *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 399-408). Springer US.
- Brzozowy, M., Bzdak, J., Hołownicka, K., Duda, P., Troumpetari, C., & Vovk, N. (2017b) Open Learning Content Management System: Attracting Young People To Stem And Fostering Sense Of Community. In *ESERA 2017 Proceedings*.
- Brzozowy, M., Hołownicka, K., Bzdak, J., Tornese, P., Lupiañez-Villanueva, F., Vovk, N., ... Moussas, X. (2017a). Making STEM education attractive for young people by presenting key scientific challenges and their impact on our life and career perspectives. In *INTED2017 Proceedings* (pp. 9948–9957). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2017.2374>
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 2425-2428). ACM.
- Diego-Mantecón, J. M., Bravo, A., Arcera, O., Cañizal, P., Blanco, T. F., Recio, T., González-Ruiz, I. and Istúriz, M. P. (2017). Desarrollo de cinco actividades STEAM con formato KIKS. In *Proceedings of VIII CIBEM*. Madrid, Spain.
- Diego-Mantecón, J. M., Sáenz de la Torre, J.J., Brzozowy, M. (2017). Proyecto STEMforYouth. In *Proceedings of VIII CIBEM*. Madrid, Spain.
- Font, V. (2006). Problemas en un contexto cotidiano. *Cuadernos de pedagogía*, 355, 52-54.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Harste, J. E. (2001). What education as inquiry is and isn't. In S. Boran & B. Comber (Ed.), *Critiquing whole language and classroom inquiry* (pp. 20-36). Urbana, IL: National Council of Teachers of English.
- Merino, E. C. (2011). Una propuesta de evaluación para el trabajo en grupo mediante rúbrica. *EA, Escuela abierta: revista de Investigación Educativa*, 14, 67-82.
- OECD (2017), *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving*, OECD Publishing, Paris. (Extraído de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264285521-en>, 18 diciembre 2017)
- OECD (2016), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, OECD Publishing, Paris. (Extraído de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en> 15 diciembre 2017)
- Zikopoulos, P., & Eaton, C. (2011). *Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*. McGraw-Hill Osborne Media.